

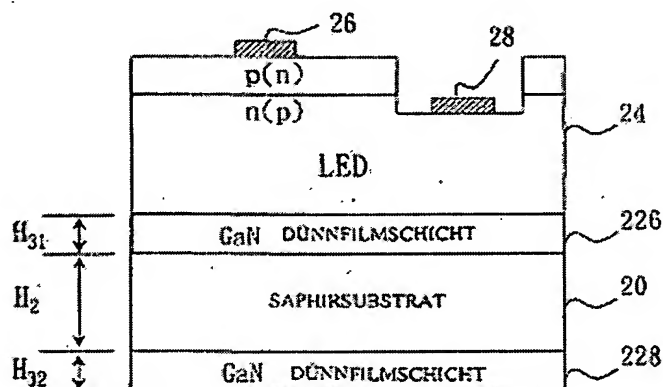
**Substrate for a light emitting diode is made of sapphire has a first gallium nitride layer on the upper surface and side of the substrate and a second gallium nitride layer on the base surface and/or lower side of the substrate**

**Patent number:** DE19945008  
**Publication date:** 2001-03-22  
**Inventor:** CHUANG FENG-JU (TW)  
**Applicant:** OPTO TECH CORP (TW)  
**Classification:**  
- international: H01L33/00  
- european: H01L21/20B4; H01L33/00C4D3C; H01L33/00G3B2  
**Application number:** DE19991045008 19990920  
**Priority number(s):** DE19991045008 19990920

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE19945008**

Substrate is made of sapphire and has a first gallium nitride layer on the upper surface and side of the substrate and a second gallium nitride layer on the base surface and/or lower side of the substrate. The pressures exerted by the first gallium nitride layer and the second gallium nitride layer are similar and have the same direction. Preferred Features: The gallium nitride layers have the same thicknesses. The thickness of the substrate is up to 150  $\mu\text{m}$



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 45 008 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**H 01 L 33/00**

②1 Aktenzeichen: 199 45 008.0  
②2 Anmeldetag: 20. 9. 1999  
④3 Offenlegungstag: 22. 3. 2001

DE 199 45 008 A 1

⑦1 Anmelder:  
Opto Tech Corp., Hsinchu, TW

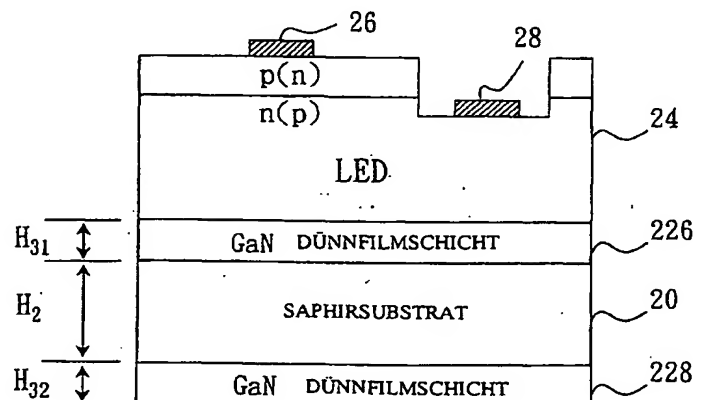
⑦4 Vertreter:  
Kuhnen & Wacker Patentanwalts-gesellschaft mbH,  
85354 Freising

⑦2 Erfinder:  
Chuang, Feng-Ju, Hsin Chu, TW

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Substrat für Licht emittierende Dioden

⑤7 Es ist ein Substrat für eine Licht emittierende Diode beschrieben und insbesondere eine Blaulicht emittierende Diode mit Saphirsubstrat, wobei die Dicke des Saphirsubstrats reduziert ist. Dabei werden eine druckbeständige Dünnschicht und eine Pufferdünnschicht auf der Ober- und Grundfläche des Saphirsubstrats der LED derart gebildet, daß die durch diese beiden Dünnschichten ausgeübten Drücke einander beim Ausheilprozeß entgegenwirken. Die erforderliche Dicke des Saphirsubstrats ist reduziert, um Materialkosten zu sparen, und der Nachpolierprozeß ist vereinfacht, um die Ausbeute zu erhöhen.



DE 199 45 008 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Substrat für Licht emittierende Dioden und insbesondere eine Blaulicht emittierende Diode mit Saphirsubstrat, wobei die Dicke des Saphirsubstrats reduziert ist und der Nachpolierprozeß vereinfacht werden kann, um die Ausbeute zu erhöhen.

Die LEDs fanden breite Anwendung bei Computerperipherie, Instrumentenanzeigen und anderen Verbraucherprodukten infolge der Vorteile von langer Haltbarkeit, kompakter Größe, geringer Wärmeenergieerzeugung, geringen Leistungsverbrauchs und hoher Betriebsgeschwindigkeit seit der ersten Entwicklung in den 60er Jahren. Insbesondere erleichtert die kürzlich ausgereifte Entwicklung von LEDs mit hoher Helligkeit den Einsatz im Freien, wie etwa bei Werbeanzeigetafeln, Verkehrszeichen oder VMS. Aufgrund der Anforderung, daß Anzeigen im Freien auch auf größere Entfernung einsetzbar sein müssen, ist die weitere Erhöhung der Helligkeit von LEDs wesentlich für den Einsatz von LEDs im Freien.

Die derzeitigen Blaulicht emittierenden Dioden besitzen im allgemeinen Saphir oder SiC als Substrat. Das Saphirsubstrat ist dem SiC-Substrat insbesondere hinsichtlich der erreichbaren Helligkeit, des Kontrasts und der elektrischen Leitfähigkeit überlegen, weshalb das Saphirsubstrat ein viel versprechendes Substratmaterial für Blaulicht emittierende Dioden wurde.

Die Fig. 1 und 2 zeigen Querschnittsansichten eines konventionellen Saphirsubstrats mit einer Dünnpufferschicht bzw. eine konventionelle, blaue LED mit Saphirsubstrat. Die konventionelle, blaue LED mit Saphirsubstrat umfaßt im allgemeinen ein Saphirsubstrat 10, eine Dünnpufferschicht 12, wie etwa ein GaN-Dünnpuffer, der auf dem Saphirsubstrat 10 gebildet ist, eine Epitaxieschicht 14 mit einem p-n-Übergang zum Emittieren von blauem Licht, die auf dem GaN-Dünnpuffer 12 durch Sputtern oder Aufdampfen gebildet ist. Das Saphirsubstrat 10 ist im wesentlichen ein elektrischer Isolator. Desweiteren sind eine erste Elektrode 16 (Anode) und eine zweite Elektrode 18 (Kathode) auf der Oberfläche der Epitaxieschicht 14 in coplanarer Weise gebildet.

Bei dem Herstellungsprozeß ist zur Erleichterung der Bildung der Epitaxieschicht 14 mit einem p-n-Übergang auf dem Saphirsubstrat 10 durch Sputtern oder Aufdampfen vorbereitend eine Dünnpufferschicht 12, wie etwa ein GaN-Dünnpuffer, auf dem Saphirsubstrat 10 gebildet. Das Vorhandensein der Dünnpufferschicht 12 wird jedoch einen übermäßigen Druck auf das Saphirsubstrat 10 bei dem Ausheilprozeß ausüben, wie durch die gestrichelte Linie angedeutet ist. Das Saphirsubstrat 10 kann dem ausgeübten Druck nicht widerstehen und ein Sprung 104 entsteht im Saphirsubstrat 10, wenn die Dicke  $H_1$  des Saphirsubstrats nicht eine kritische Dicke von etwa 300 µm übersteigt. Daher wird die Ausbeute des Saphirsubstrats 10 reduziert. Die tatsächliche kritische Dicke hängt von der Dicke  $H_{11}$  der Dünnpufferschicht 12 ab. Die Dicke  $H_1$  des Saphirsubstrats 10 sollte bei der Massenproduktion größer als 300 µm sein. Das Dickenverhältnis von  $H_1$  zu  $H_{11}$  beträgt etwa 100 : 1.

Der Ritzprozeß für das Saphirsubstrat 10 mit derartigen Dicke ist schwierig. Zur Erleichterung des Ritzprozesses durch ein Werkzeug mit Diamantspitze oder einen gepulsten Laserstrahl im späteren Zustand, wird die Dicke des Saphirsubstrats 10 um bzw. auf etwa 200 µm durch ein Material mit hoher Härte, wie etwa Diamant, reduziert. Dieser Prozeß ist mühsam und das meiste Material wird verschwendet.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Blaulicht emittierende Diode mit verbessertem Saphirsub-

strat bereitzustellen, wobei zwei GaN-Dünnpuffer mit ähnlicher oder gleicher Dicke auf der Ober- und Grundfläche des Saphirsubstrats der LED gebildet werden, so daß die ausgeübten Drücke dieser beiden GaN-Dünnpuffer einander entgegenwirken. Die erforderliche Dicke des Saphirsubstrats wird reduziert, um Materialkosten zu sparen, und das Problem eines Substratbruchs wird verhindert, um die Ausbeute zu erhöhen.

Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Blaulicht emittierende Diode mit verbessertem Saphirsubstrat bereitzustellen, wobei die erforderliche Dicke des Saphirsubstrats reduziert ist, um den mühsamen Nachpolierschritt einzuschränken und die Ausbeute zu erhöhen.

Die verschiedenen Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung kann man durch die folgende detaillierte Beschreibung im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen besser verstehen, in denen zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines konventionellen Saphirsubstrats mit einer Dünnpufferschicht;

Fig. 2 eine Querschnittsansicht einer konventionellen, blauen LED mit Saphirsubstrat;

Fig. 3A und 3B Querschnittsansichten für die Herstellung der blauen LED mit Saphirsubstrat gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Querschnittsansicht einer anderen Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 5 eine Querschnittsansicht einer blauen LED, die mit dem Saphirsubstrat gemäß der vorliegenden Erfindung gefertigt ist.

Die Fig. 3A und 3B zeigen Querschnittsansichten von der Herstellung der blauen LED mit Saphirsubstrat gemäß der vorliegenden Erfindung. Wie in diesen Figuren gezeigt ist, wird ein Saphirsubstrat 20 mit geringerer Dicke  $H_2$  als der Dicke des konventionellen Saphirsubstrats vorbereitet. Eine druckbeständige Dünnpufferschicht 224 wird auf der Oberfläche des Saphirsubstrats 20 durch Sputtern oder Aufdampfen gebildet, wie in Fig. 3A gezeigt ist. Danach wird das Saphirsubstrat 20 mit der druckbeständigen Dünnpufferschicht 224 umgedreht, so daß die druckbeständige Dünnpufferschicht 224 nach unten sieht. Danach wird eine Dünnpufferschicht 222, wie etwa eine GaN-Schicht, zur leichteren Bildung der Epitaxieschicht auf der Oberfläche des Saphirsubstrats 20 gebildet, wie in Fig. 3B gezeigt ist.

Dabei sind infolge der hohen Temperatur in der Reaktionskammer die Drücke, die von der druckbeständigen Dünnpufferschicht 224 oder der Dünnpufferschicht 222 hervorgerufen werden, jeweils im Vergleich zu dem Druck, der durch diese Schichten während des Ausheilprozesses ausgeübt wird, vernachlässigbar. Die Dicken  $H_3$  und  $H_4$  der Dünnpufferschicht 222 und der druckbeständigen Dünnpufferschicht 224 und deren Materialien sind so gewählt, daß die durch die Dünnpufferschicht 222 und die druckbeständige Dünnpufferschicht 224 ausgeübten Drücke ähnliche Größe und entgegengesetzte Richtung in dem Ausheilzustand besitzen. Daher wirken die durch die Dünnpufferschicht 222 und die druckbeständige Dünnpufferschicht 224 ausgeübten Drücke beim Ausheilprozeß einander entgegen. Daher wird das Dickenerfordernis an das Saphirsubstrat 20 gemildert. Nach experimentellen Ergebnissen kann die Dicke des Saphirsubstrats auf 150 µm oder sogar unter 100 µm reduziert werden, wodurch Substratmaterial gespart und die folgende Polierarbeit vermindert werden kann, während gleichzeitig das Problem der Sprunghildung beseitigt wird.

Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht einer anderen Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung. Da die vorliegende Erfindung auf die blaue LED ausgerichtet ist, kann die Dünnpufferschicht eine GaN-Dünnpufferschicht

226 mit einer Dicke  $H_{31}$  und die druckbeständige Dünnfilmschicht eine passende GaN-Dünnfilmschicht 228 mit einer Dicke  $H_{32}$  sein, damit der Einfluß von Druck auf das Saphirsubstrat 20 beseitigt wird. Die Dicke  $H_{31}$  und die Dicke  $H_{32}$  sind die gleichen. Die durch die GaN-Dünnfilmschicht 226 und die GaN-Dünnfilmschicht 228 ausgeübten Drücke wirken einander bei der Abkühl-(Ausheil-)Phase entgegen. Daher ist die Dickenanforderung an das Saphirsubstrat 20 gemildert und die Ausbeute erhöht.

Fig. 5 zeigt eine Querschnittsansicht einer blauen LED, die mit einem Saphirsubstrat 20 gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt ist. Die blaue LED umfaßt das oben genannte Saphirsubstrat 20, eine erste GaN-Dünnfilmschicht 226 und eine zweite GaN-Dünnfilmschicht 228. Darüber hinaus ist eine Epitaxieschicht 24 mit einem p-n-Übergang (oder n-p-Übergang, wie in den Klammern gezeigt ist) zum Emittieren von Blaulicht auf der ersten GaN-Dünnfilmschicht 226 durch Sputtern oder Aufdampfen gebildet. Das Saphirsubstrat 20 ist im wesentlichen ein elektrischer Isolator. Daneben sind eine erste Elektrode 26 (Anode) und eine zweite Elektrode 28 (Kathode) auf der Oberseite der Epitaxieschicht 24 in coplanarer Weise gebildet. Ein Kanal kann durch das Saphirsubstrat 20 so gebildet werden, daß die Dünnfilmpufferschicht 222 und die druckbeständige Dünnfilmschicht 224 miteinander elektrisch verbunden sind und eine vertikale LED realisiert wird, um einen Licht emittierenden Bereich zu reduzieren, der durch die Elektrode blockiert wird. Dieses Merkmal ist jedoch in einer anderen Anmeldung vom gleichen Erfinder detailliert beschrieben, so daß hier auf eine weitere Beschreibung verzichtet wird.

Auch wenn die vorliegende Erfindung nur in bezug auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben wurde, versteht es sich, daß die Erfindung nicht auf die dortigen Details beschränkt ist. Vielmehr sind verschiedene Modifikationen möglich. Beispielsweise kann eine Störstellenschicht, wie etwa eine AlGaInP-Schicht zwischen die Epitaxieschicht und den GaN-Dünnfilm eingebaut werden, oder zusätzliche Schichten aus SiC, AlN,  $\text{SiO}_2$ , InGaN,  $\text{SnO}_2$ , AlGaInP können auf anderen Dünnfilmschichten vorgesehen werden.

#### Patentansprüche

1. Substrat für eine Licht emittierende Diode mit einem Saphirsubstrat, einer ersten GaN-Dünnfilmschicht, die auf der Oberfläche bzw. -seite des Saphirsubstrats gebildet ist, und einer zweiten GaN-Dünnfilmschicht, die auf der Grundfläche bzw. Unterseite des Saphirsubstrats gebildet ist, wobei die durch die erste GaN-Dünnfilmschicht und die zweite GaN-Dünnfilmschicht ausgeübten Drucke beim Ausheilprozeß eine ähnliche Größe und entgegengesetzte Richtung besitzen.
2. Substrat für eine Licht emittierende Diode nach Anspruch 1, wobei die erste GaN-Dünnfilmschicht und die zweite GaN-Dünnfilmschicht die gleiche Dicke besitzen.
3. Substrat für eine Licht emittierende Diode nach Anspruch 1, wobei die Dicke des Saphirsubstrats größer als  $0\text{ }\mu\text{m}$  und nicht größer als  $150\text{ }\mu\text{m}$  ist.
4. Substrat für eine Licht emittierende Diode mit einem Substrat, einer Dünnfilmpufferschicht, die auf der Oberfläche bzw. -seite des Substrats gebildet ist, und einer druckbeständigen Dünnfilmschicht, die auf der Grundfläche bzw. Unterseite des Substrats gebildet ist, wobei die durch die Dünnfilmpufferschicht und die druckbe-

ständige Dünnfilmschicht ausgeübten Drucke beim Ausheilprozeß ähnliche Größe und entgegengesetzte Richtung besitzen.

5. Substrat für eine Licht emittierende Diode nach Anspruch 4, wobei die Dünnfilmpufferschicht eine GaN-Dünnfilmschicht ist.

6. Substrat für eine Licht emittierende Diode nach Anspruch 5, wobei die druckbeständige Dünnfilmschicht eine GaN-Dünnfilmschicht ist.

7. Substrat für eine Licht emittierende Diode nach Anspruch 6, wobei die beiden GaN-Dünnfilmschichten die gleiche Dicke besitzen.

8. Substrat für eine Licht emittierende Diode nach Anspruch 4, wobei die Dicke des Substrats größer als  $0\text{ }\mu\text{m}$  und nicht größer als  $150\text{ }\mu\text{m}$  ist.

9. Substrat für eine Licht emittierende Diode nach Anspruch 4, wobei die druckbeständige Dünnfilmschicht aus einem elektrisch leitenden Material hergestellt ist.

10. Substrat für eine Licht emittierende Diode nach Anspruch 4, wobei die druckbeständige Dünnfilmschicht aus einem nichtmetallischen, elektrisch leitenden Material hergestellt ist.

11. Substrat für eine Licht emittierende Diode nach Anspruch 4, wobei die druckbeständige Dünnfilmschicht und die Dünnfilmpufferschicht die gleiche Dicke besitzen.

12. Substrat für eine Licht emittierende Diode nach Anspruch 4, wobei das Substrat ein Saphirsubstrat ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

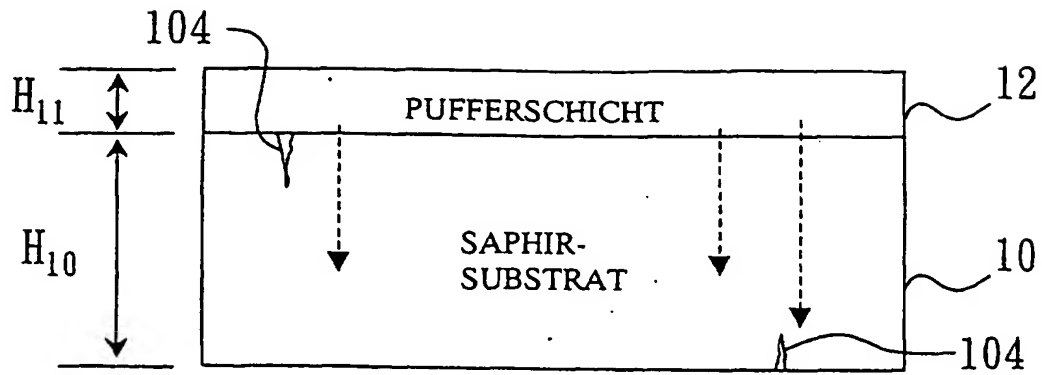


FIG. 1

(STAND DER TECHNIK)

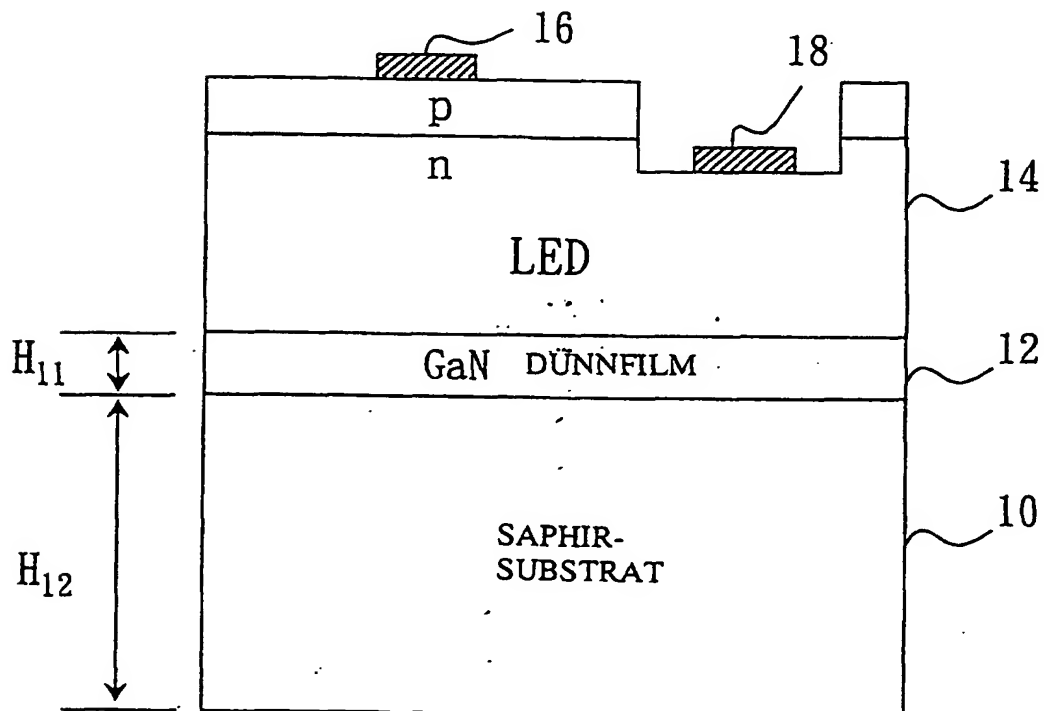


FIG. 2

(STAND DER TECHNIK)

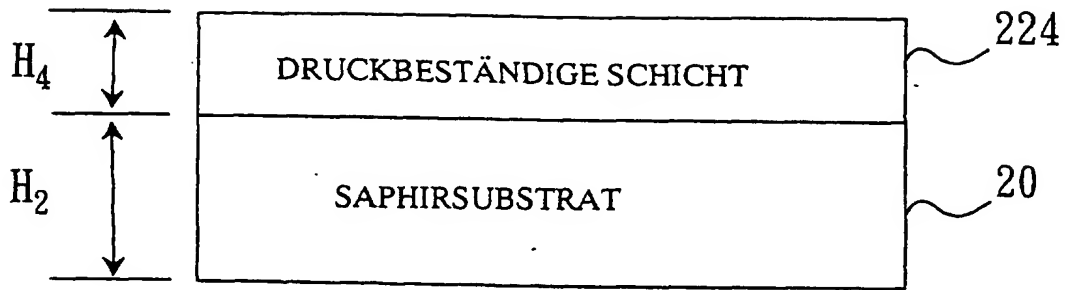


FIG. 3A

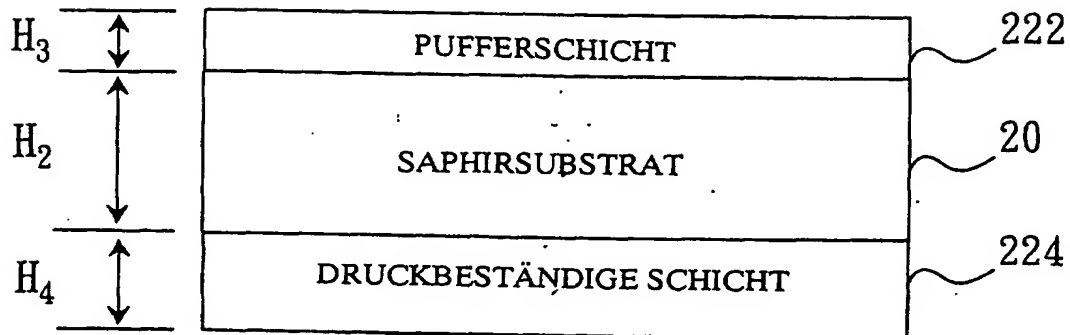


FIG. 3B

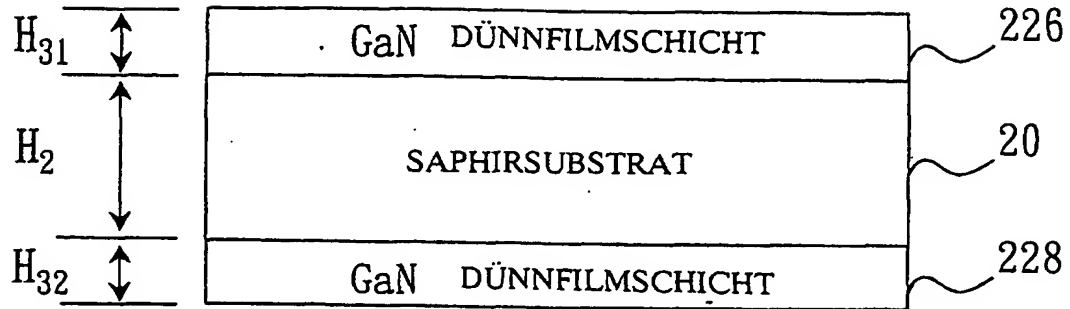


FIG. 4

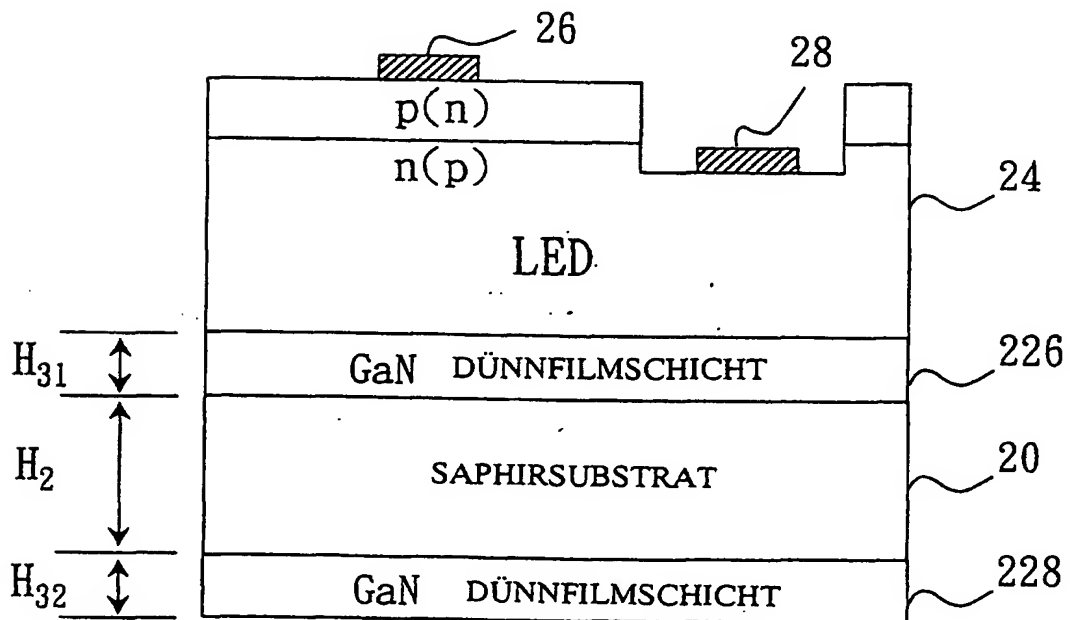


FIG. 5